

# 電話利用サービスにおけるユーザインタフェース仕様設計法

新 津 善 弘<sup>†</sup> 吉 田 孝<sup>††</sup> 和 泉 夏 樹<sup>†</sup>

電話利用サービスの仕様設計については、操作性の観点からの検討が不十分であり、サービス提供後からの手戻りが開発工数を増加させていた。本論文では、制約された入出力の状況下にある、電話利用サービスのユーザインタフェース (UI) 仕様を効率的に記述し、操作性の評価を支援するシステムを適用した UI 仕様設計法を提案する。UI 仕様の設計プロセスの各プロセスについて、仕様作成では、意味的動作シーケンス図と入出力信号シーケンス図による 2 階層記述による UI 仕様作成システムを、プロトタイプ作成では、専用のハードウェアと WS で構成される UI 仕様プロトタイプングシステムを、また評価試験では UI プロトタイプングシステムと VTR カメラを効率的に使用し、プロトコル解析に基づく試験法を開発した。これらで構成される本設計法を高度電話会議サービスの UI 仕様設計に適用し、机上検討による UI 仕様の設計と比べ、未経験者にとって操作性の高い UI 仕様の設計が短期間で可能となること、および操作性改善のための仕様変更による、従来のサービスソフトウェア改造工数の約 38% が削減されることを示した。また、電話利用サービスの UI 仕様を設計する際に有望な操作手順と音声ガイダンスに関する設計ガイドラインを明らかにした。

## Design Method of User Interface Specifications for New Telephone Services

YOSHIHIRO NIITSU,<sup>†</sup> TAKASHI YOSHIDA<sup>††</sup> and NATSUKI IZUMI<sup>†</sup>

It is insufficient to consider usability in designing new telephone service specifications, and it increases extra feedback from service deployment. This paper describes a design method which enables a service designer to describe user interface specifications of telephone services efficiently and enables a user to evaluate them. Each sub-process of user interface design process is discussed. In specification description, user interface specification description system has been developed which supports two step description composed of semantic operation sequence charts and interaction signal sequences. In making user interface prototypes, a user interface prototyping system has been developed which consists of a special purpose hardware and a workstation. Evaluation tests use the prototyping system and four VCR cameras and tests are carried out based on a protocol analysis method. This design method was applied to a specification design of enhanced teleconference service. The experiment results shows that naive users can design user interfaces with higher usability in shorter periods, compared with a design at a desk. They also shows that about 38% amount of specification modification process can be reduced. Design guidelines of user interactions and voice guidance expressions are also proposed based on the analysis of above results.

### 1. はじめに

通信サービス、とりわけ電話を利用した通信サービス（以下、電話利用サービス）は、電話会議、伝言ダイヤル、ダイヤル Q<sup>2</sup> といった新サービスが次々と提供されてきており、今後も多くのサービスの提供が予定されている。電話利用サービスは、対象が公衆網の 6,000 万にもわたる一般のユーザが対象であり、だれ

にも簡単に操作できる使いやすいサービスであることが特に要求される。しかし、従来の電話利用サービスの開発は、サービス提供側の立場からサービスの機能中心に検討されてきており、また、電話利用サービス仕様から作成されるサービスソフトウェアの品質に対しては、信頼性や効率性を中心に検討されているため、操作性の観点からの検討が不十分であった<sup>1),2)</sup>。この結果、ユーザは、高度なサービス機能の良さ、便利さを味わう前にサービス自身に拒否感を持ってしまい、利用を止めてしまうというおそれがあった。また、サービス提供後にユーザの声を受けて、ユーザインタフェース（以下、UI と略す）の改善を含むサービス仕

<sup>†</sup> NTT ネットワークサービスシステム研究所

NTT Network Service Systems Laboratories

<sup>††</sup> NTT 情報通信研究所

NTT Information and Communication Systems Laboratories

様の改善を行うための手戻りが多く発生し、開発工数を増加させていた。

一方、通信サービスの UI は、キーボード/ディスプレイの入出力による端末を用いたサービスについては検討が進んでいるが<sup>③)~⑤)</sup>、ダイヤルボタンの入力と可聴音信号及び音声のみの出力による電話機を用いて提供される、電話利用サービスに関する UI は、ほとんど検討されていなかった。これは、電話機自体があまりにも身近な端末であること、また入出力がダイヤルボタンと音声ガイダンスという極めて簡易なものであるため、あまり重視されていなかったためであると思われる。しかし、最近次々と提供される電話会議、伝言ダイヤルといった新サービスでは、サービス自体が高度で、サービスメニューも豊富なものであり、これを実現するユーザインタフェースはそれにより極めて高度なものが要求される。これは、通常の OA 機器やコンピュータの入出力と違い、簡易な入出力で実現しなければならないために、さらにユーザインタフェースを複雑なものにしている。今後、電話利用サービスの要求は、高度インテリジェントネットワークのような、サービスを効率的に提供するための仕組みの導入に伴い、ますます高まるものと想定される<sup>⑥)</sup>。このため、電話利用サービスに対する UI 設計法の確立は、急務であると考えられる。

最近、音声メールサービス等がきっかけとなり、ようやく電話利用サービスの UI の重要性が世界的にも認識されつつあり、標準化の検討が開始した<sup>⑦)</sup>。しかし、標準化の対象は、一般的な対話手順や基本操作に対するキーの割当てが中心であり、サービス対応の対話手順、ガイダンス内容および操作コマンドは依然、各サービス提供者がサービス対応に開発する必要がある。

本論文では、制約された入出力の状況下にある電話利用サービス仕様について、ユーザインタフェースを効率的に記述し、操作性の評価を支援するシステムおよびこれを適用した設計法について述べる。最初に、現状の電話利用サービスにおける UI 仕様設計における問題点を分析し、UI 仕様設計における具体的な課題を明らかにする。次に、これらの課題を解決するため新たに開発した、2 階層の図形式で UI 仕様を記述する、UI 仕様作成システムと、作成した UI 仕様を直接動作可能な UI 仕様プロトタイプングシステムを述べ、これらを用いた UI 仕様の仕様作成、プロトタイプ作成、評価試験、分析・フィードバックの各プロセスで構成される UI 仕様の設計法を提案する。また、本設計法を電話会議サービスの UI 仕様設計に適用し、実

験結果より本設計法の有効性を明らかにする。さらに、この結果より得られた、電話利用サービスの UI 仕様の設計ガイドラインを示す。

## 2. 電話利用サービスの UI 仕様設計の問題点

### 2.1 電話利用サービスの UI に特徴的な問題点

電話利用サービスは、一般的にダイヤルボタン、送話器及び受話器で構成される電話機を用いて提供されるサービスであり、サービスを実現するための制御情報の入出力の点で大きな制約が課せられている。入力は 0~9 と \*, # の 12 個のダイヤルボタンだけであり、出力は可聴音信号と音声ガイダンスのみである。この特徴により発生する UI の問題点を表 1 に示す。

### 2.2 電話利用サービスの UI 開発における問題点

電話利用サービスの UI 開発における問題点は、既開発済みのサービスから見ると以下の 2 つがあげられる。

(i) 開発段階での電話利用サービス仕様における操作性品質の評価/フィードバックが不十分

(ii) サービス提供後に UI を改善するための開発工数が大きい

(i) については、特にその UI が複雑であると思われる、ある電話利用サービスの導入時のバージョンについてユーザ意見の調査を行い、以下の結果が得られた。

●評価 約 60% が操作性に不満

●要望 (a) 操作手順の簡略化

(b) 誤りのチェック機能

(c) ガイダンスのコンパクト化

(ii) については、サービスの制御ソフトウェアバージョンアップの工数として表れる。このサービスにお

表 1 電話利用サービスの UI に特徴的な問題点

Table 1 Characteristic disadvantages of user interfaces for new telephone services.

入出力方法	問題点
12 個のダイヤルボタンのみによる入力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 指示コード等が *、 # と数字の組み合わせで構成するため類似性が高く、多種類のコード作成には限界がある。</li> <li>● 無意味な数字列で指示コードが構成されるため、覚えにくく、誤りやすい。</li> <li>● 大量な各種識別番号を入力しなければならず、連続入力回数が極めて多く誤りやすい。</li> </ul>
可聴音信号、音声ガイダンスによる出力	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ユーザが識別可能な可聴音信号種別の数には限界がある。</li> <li>● 音声情報は揮発性であり、内容を忘れやすい。</li> <li>● 音声では情報の重要度を表現できず、一様に冗長であるため、重要な情報を聞き逃しやすい。</li> <li>● 情報はシーケンシャルに出力されるため、必要な情報だけを最初に取り出すことができず、取り出すまで集中していなければならぬ。</li> </ul>

ける一回目のソフトウェア変更においては、サービス仕様の変更に関するもののうち、約40%がUIに関するものであった。すなわち、サービス仕様に係わるソフトウェア改版でのUIに関する開発工数は大きいと言える。

(i), (ii)ともサービス仕様におけるUIの設計のまずさに起因している問題である。これは従来の電話利用サービスにおけるUIの仕様設計は、技術者がサービスの利用状況を想定して設計を行い、ユーザの意見をあまり反映させていなかったためであり、前節の特徴的な問題点と合わせて、具体的には次の3つの要因に分析される。

- ①操作性の観点から見た、電話利用サービス仕様の作成を容易に可能とする手段がない。
- ②電話利用サービスのUI仕様を設計レベルで体験できる手段がない。
- ③電話利用サービスのUI仕様の良さを把握するための試験法がない。

次章では、これらの問題点を解決する、電話利用サービスのUI仕様設計法について述べる。

### 3. 電話利用サービスのUI仕様設計法

#### 3.1 UI仕様設計プロセスのモデルと課題

プロトタイプを用いたUI仕様設計プロセスのモデルは、一般的に図1に示すように、以下の5つのサブプロセスで構成される。

- (1)要求に基づく仕様作成
  - (2)作成仕様に基づくプロトタイプ作成
  - (3)プロトタイプによるUI仕様の評価試験
  - (4)評価試験結果の分析
  - (5)分析に基づく仕様へのフィードバック
- 前章で分析した問題点の解決を考慮すると、前章の

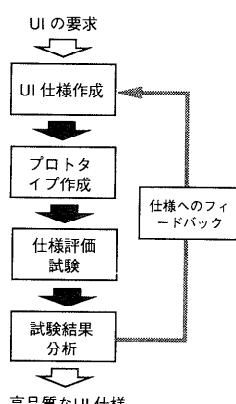


図1 UI仕様設計プロセスのモデル

Fig. 1 Design process model of user interface specifications.

①からは、上記(1)で操作性の高いUI仕様の作成の基となる、「電話利用サービスUIの設計ガイドライン」を確立することと、これに基づく「UI仕様入力を容易にする作成法」が求められる。また、上記(2)と②からは、「UI仕様の擬似動作法」が、(3)と③からは「擬似動作による評価試験法」が必要となる。このうち、UIの設計ガイドラインは、各手法が確立された上で、種々の電話利用サービスのUI仕様の作成、評価結果を繰り返すことにより作成されていくものであり、実現法の検討対象とはしない。

#### 3.2 UI仕様設計法の提案

前節で述べたUI仕様設計モデルに従い、操作性の向上を図るために、以下に示すUI仕様作成法、擬似動作法、評価試験法により構成される、UI仕様設計法を提案する。

##### 3.2.1 階層記述によるUI仕様作成法

2章で示したように、電話利用サービスは電話機の入出力で制限されるため、入出力信号はプリミティブなものである。このプリミティブな入出力では、8#のようなPB入力コードや第2発信音のような操作手順の表層的なレベルしか見えず、「～指示」や「～要求」のような意味的な操作手順が把握できない。一方、実際の電話機とネットワークとの信号の送受は、あくまでもこの表層レベルの入出力信号であり、入出力信号手順の仕様が要求される。

以上より、電話利用サービスでのUI仕様作成では、この2つのレベルを考慮して作成する必要があり、意味レベルと信号レベルの2階層を設け、段階的に仕様を作成する。

###### (ステップ1)：意味的操縦シーケンス図

操作の意味を示す、論理的な信号の送受で表現されるシーケンス図で記述

###### (ステップ2)：入出力信号シーケンス図

電話機を介して、ユーザとネットワーク間で送受される物理的な入出力信号で表現されるシーケンス図で記述

この両ステップのシーケンス図の記述法は、先に我々がメッセージシーケンス図記述用に開発した仕様記述言語、LSDL (Layered Specification Description Language)<sup>8)</sup>を適用する。記述例を図2に示す。

仕様の作成手順としては、ステップ1で意味的な操作手順について、操作全体の流れやメニュー選択数等に着目してUI仕様を作成する。このステップ1の仕様をもとに、個々の論理的な信号をコードや可聴信号、音声ガイダンス等で表現されるステップ2の仕様を作成する。以上の仕様作成法を実現するシステムについ

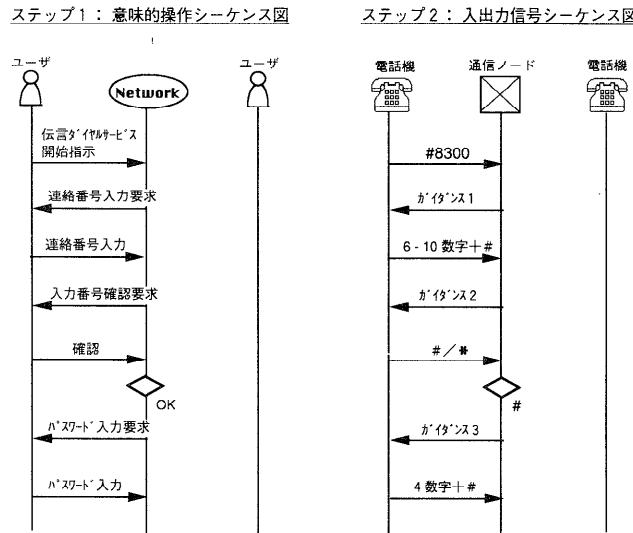


図2 UI仕様記述例

Fig. 2 Example of user interface specification descriptions.

ては、第4章で述べる。

### 3.2.2 プロトタイピングシステムを用いたUI仕様擬似動作法

UI仕様の評価は、仕様自体の修正を何度も繰り返すことや実際の操作感覚を体験できることが要求される。前半の要求条件からは、繰り返しプロトタイプが作成できるプロトタイピングシステムを構成することが望ましい。これは、特別なハードウェアを設けず、ワークステーションの画面やキーボード等を用いてソフトウェアのみでプロトタイプの作成を実現することが最も容易である。しかし、後半の要求条件からは、UI仕様の評価はできるだけ本物に近ければ近いほど望ましい結果が得られること、またワークステーション上でのシミュレーションは、一般の電話ユーザにとっては抵抗感があること等より、入出力の形態や入出力信号については実際のハードウェアを用いることが望ましい。

以上より、

- 入出力形態：電話機を使用
- 入出力信号：PB信号受信装置、可聴音信号送出装置、音声ガイダンス装置を使用
- ソフトウェアプロトタイプ：上記装置をWSから汎用インターフェースで制御可能

を満たすUI仕様のプロトタイピングシステムを構成し、これを用いてUI仕様のプロトタイプを作成する。このプロトタイピングシステムの詳細は、第4章で述べる。

### 3.2.3 UI仕様の評価試験法

前項で述べた、UI仕様のプロトタイピングシステムを用いて行う、電話利用サービスのUI仕様の評価試験では、一般的なUI仕様の評価の場合に要求されるものに加えて、以下の点が要求される。

- (1) UI仕様がもともとプリミティブなコードや信号、揮発性の音声ガイダンスで構成されるため、その意味を確認できる補助的な手段が要求される。
- (2) 電話利用サービスの操作は、オフライン操作ではないため、時間的な緊張感や不安感が伴い、操作になれるまではなんらかの方法でそれを取り除く必要がある。
- (3) 評価結果の記録は、通常VTRに記録して分析することが一般的であるが、ここでは上記2つの被験者の補助的手段があり、単に操作状況だけを写したものだけでは不十分である。

上記(1)からは、操作の意味とコードとの対応、信号の意味、音声ガイダンスの内容等、操作手順の中で必要となる情報は、入出力形態が電話機であるのでオンラインマニュアル（ヘルプ）機能で実現するのは効果的でなく、操作マニュアルとして実現することが望ましい。

また、(2)からは、操作途中に被験者が行き詰った場合等に助言を与える、アドバイザを被験者の隣に配置するものとする。

さらに、(3)からは、操作している電話機の部分やユーザが見ているマニュアルや課題、被験者の表情等

を複数のカメラで写し、これを1つの画面にマルチウインドウで表示して記録することにより、各場面の状況を同期させて把握可能にする。

以上の機能を満たす評価試験法の具体的な手法については、第4章で述べる。

### 3.2.4 評価試験結果分析および仕様へのフィードバック法

評価試験結果の分析については、電話利用サービスのUI仕様に特定した手法としては特になく、一般的なUI仕様の場合と同様な手法に従うものとする。前節でアドバイザを配置したことでの、ワープロのUI仕様の開発で使用されている、評価試験中の被験者の発話内容から被験者の思考内容を把握する、「プロトコル解析手法」<sup>10)</sup>を適用する。つまり、

(a) 各課題ごとで操作時間の長い箇所や、エラーの発生箇所を検出する

(b) 上記トラブルの発生箇所での、アドバイザの助言、対話を分析する

について行うものとする。また、操作性における一般的な尺度である、操作時間、誤り発生率および操作の感想等についても評価を行う。

以上の評価試験結果の分析を基に、以下のように元のUI仕様にフィードバックさせる。

(i) メニュー選択の分岐数や操作手順の階層構成は意味的な操作シーケンス図に反映する。

(ii) 操作コードやガイダンスの表現は、物理的な入出力信号シーケンス図に反映させる。

### 3.3 従来の電話利用サービスの仕様設計法との比較

ユーザに提供されるソフトウェアの品質を構成する特性要因は、信頼性、機能完備性、効率、操作性である<sup>10)</sup>。電話利用サービスの仕様は、開発工程の最上位の要求仕様の設計工程で作成されるものであり、上記要因の効率を除く、

- ・信頼性
- ・機能完備性
- ・操作性

が品質を決定する特性要因となる。

電話利用サービスの仕様設計法やそれを支援するシステムは、計算機環境の低価格化、小規模化に伴い、1985年頃から研究が活発に行われてきた<sup>11)~15)</sup>。ここ数年は、高度インテリジェントネットワークの研究開発に伴い、その構成要素であるサービス生成環境、SCE (Service Creation Environment)として、実用化システムとしての開発が盛んになっている<sup>16)~19)</sup>。

上記従来の電話利用サービスの仕様設計法や支援シ

ステムでは、品質の特性要因のうち、信頼性と機能完備性のみに対する検討が中心に行われてきている。信頼性は、サービス仕様では仕様誤りを無くすことであり、仕様を静的に検証するアルゴリズムや、仕様を動作させて誤りを検出する、シミュレータやプロトタイピングシステムの構成が検討されている。また、機能完備性は、サービス要求が仕様として満たされているかどうかであり、静的な自動検証は難しく、プロトタイピングシステムを用いて動的に実行させて、原始要求との無矛盾性を確認する方法が開発されている。

従来の仕様設計法や支援システムでは、3番目の特性要因である、操作性についてはほとんど検討されていなかった。しかし、第2章で述べたように、電話利用サービスでは、操作性は極めて重要な要因であり、仕様の設計段階で向上を図ることが必須である。本論文で提案するUI仕様設計法は、3.2節で述べたように、操作性の向上を効率的に実現するものであり、この点が従来数多く提案されている、仕様設計法や支援システムと大きく異なる点である。

以下では、本論文で提案するUI仕様設計法の具体的な実現技術について明らかにする。

## 4. UI仕様設計を支援するシステム構成技術と評価試験法

第3章で述べた、UI仕様設計法を実現するための支援システムである、UI仕様作成システムとUI仕様プロトタイピングシステム、およびUI仕様プロトタイピングシステムを用いた評価試験法について述べる。

### 4.1 UI仕様作成システム

UI仕様作成システムは、2つの記述ステップから構成されるUI仕様入力部と、入力した図形式の仕様を一旦言語形式の仕様に変換し、UI仕様プロトタイピングシステムのUI制御プログラムに自動的に変換する、UI仕様変換部で構成される。これを図3に示す。

#### 4.1.1 UI仕様入力部

UI仕様入力部は、図3に示すように、意味的操業シーケンス図と入出力信号シーケンス図の2つの入力ステップで構成され、それに対応した、図形式で人力可能な意味的操業シーケンス図エディタと入出力信号シーケンス図エディタを持つ。ステップ1のエディタに加えて、ステップ2のエディタは、以下の理由で設けている。ステップ1のUI仕様から、ステップ2への仕様には次節で述べるように、自動的に変換されるが、このときにはあくまでもデフォルトのPB信号や音声ガイダンスが与えられるだけである。このため、サービス要求に合わせた、具体的な入出力信号への変

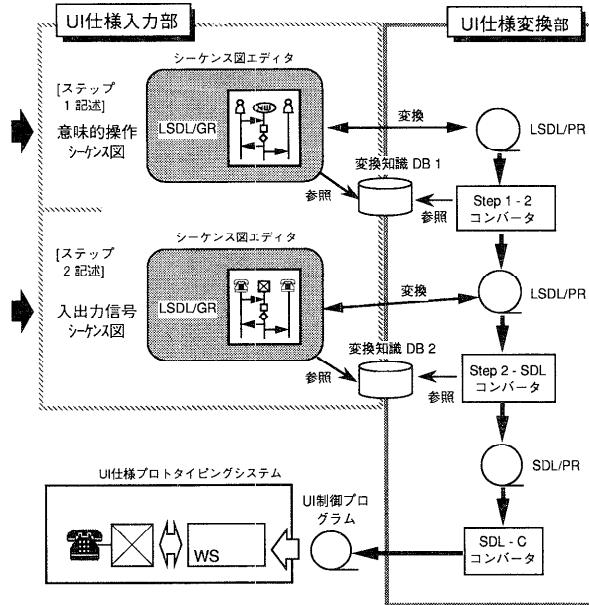


図3 UI仕様作成システムの構成  
Fig. 3 Configuration of user interface specification description system.

表2 LSDL/GRの記述要素  
Table 2 LSDL/GR descriptive elements.

意味（説明）	図形式表現
(i) ユーザ・網間のメッセージ (AからBへのメッセージ。A,Bの一方がユーザ、他方が交換ノード。nameはメッセージ名)	A → B name
(ii) 交換ノードのリソース状態による分岐 (Bは交換ノード。nameは処理機能名)	B cause
(iii) 交換ノード内の処理機能 (Bは交換ノード。causeは分岐要因)	B name
(iv) ユーザの振る舞いによる分岐 (Aがユーザ、Bが交換ノード。nameは分岐要因となるメッセージ名)	A → B name
(v) 通信中状態 (A,Bは。nameは通信中状態を特定する名前)	A → B name
(vi) 制御の移行元 (Bは交換ノード。nameはラベル名を持つラベルの箇所に制御が移る)	B name
(vii) 制御の移行先 (Bは交換ノード。nameはラベル名)	B name
(viii) 制御の終了点 (Bは交換ノード)	B

更と、評価試験結果に基づく、このレベルでの修正が生じた場合の変更時には、ステップ2のエディタも必要になるからである。

両エディタとも、仕様記述の要素は、先にサービス

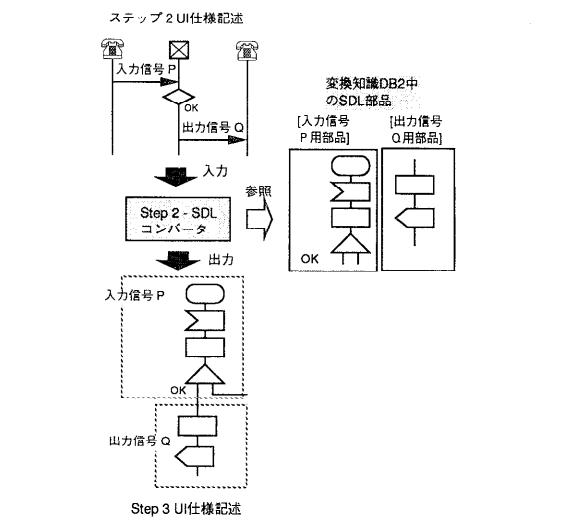


図4 ステップ2-SDL仕様変換のイメージ  
Fig. 4 Graphical image of step 2 specification description to SDL conversion.

仕様作成システム用に開発した、仕様記述言語 LSDL の図形式 (LSDL/GR) の記述シンボルを利用する。これを表2に示す。

#### 4.1.2 UI仕様変換部

UI仕様変換部は、図形式 (LSDL/GR) で記述された、ステップ1、ステップ2の各UI仕様を対応するステップの言語形式記述 (LSDL/PR) に相互変換する機

能と変換知識データベースを用いて、ステップ1の言語形式からステップ2の言語形式に、ステップ2の言語形式からITU-T勧告の仕様記述言語であるSDL/PR記述を経由して、C言語記述のUI制御プログラムに自動変換する機能を持つ。ステップ1からステップ2では、入出力の信号数には変換がなく、信号が意味的から物理的なものに変わるだけであり、変換はデータベースが持つ、デフォルトの物理信号に変換される。ステップ2からステップ3は、入出力のUI信号に対応させて、プロトタイピングシステムのハードウェアを動作させる部品に変換する必要があり、この変換イメージを図4に示す。

#### 4.1.3 UI仕様の作成法

本システムを用いたUI仕様の作成は、まずステップ1で意味的な操作全体のフローをメニュー選択数やメニュー選択ツリーの階層構成に着目して作成する。この場合、図3に示した例のように、ユーザ・ネットワーク間のシーケンス図エディタでは、操作手順は詳細に見えるが、操作全体の流れが掴みにくい。このため、信号の授受をなくし、分岐の部分やラベルのみを明示し、シーケンスツリーエディタを開発した。これを図5に示す。

ステップ1で操作全体のフローを完成させた後、ステップ2に自動変換し、デフォルトの入出力信号で表現された、ステップ2の入出力信号シーケンス図を得る。このレベルでわかりやすいコード表現や、ガイド表現、可聴音信号に修正し、UI制御プログラムに自動変換する。

#### 4.2 UI仕様プロトタイピングシステム

UI仕様プロトタイピングシステムは、電話利用サービスのUIの入出力機器である電話機との信号の授受を行う、UI入出力信号処理装置とこれをソフトウェア

制御するためのワークステーション(WS)で構成される。構成の基本的な考え方は、我々が先に通信サービス仕様の検証用に開発した、汎用コンピュータ呼制御形の検証システムの構成法<sup>20)</sup>に基づいている。以下、UI入出力信号処理装置のハードウェアおよびソフトウェア構成について示す。

##### 4.2.1 UI入出力信号処理装置ハードウェア

本装置は、UIの入力機器である電話機を接続する加入者回路や電話機からのダイヤル信号を受けるPB受信装置、電話機に可聴音を送出する信号音発生装置、および音声ガイダンスを送出する音声応答装置を持つ。また、電話利用サービスのUI仕様評価では、通話中の操作や音声の蓄積に伴う操作、複数人による会議中の操作等があり、これを実現するために、通話路スイッチ、音声蓄積装置、会議ブリッジ等のハードウェアも必要となる。さらに、これらのハードウェアは、外部のワークステーション(WS)から制御される必要があり、WSとの汎用インターフェースも具備する。以上のハードウェア構成全体をUI入出力信号処理装置と呼び、その構成を図6(a)に示す。

##### 4.2.2 UI入出力信号処理装置ソフトウェア

上記ハードウェア構成の個々の装置をリソースと呼

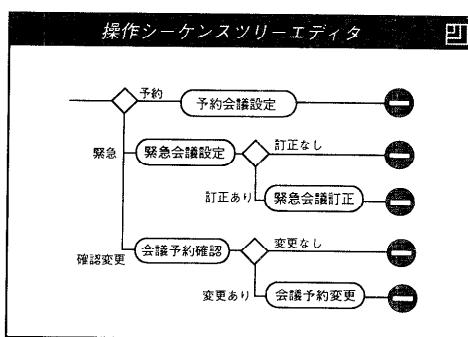
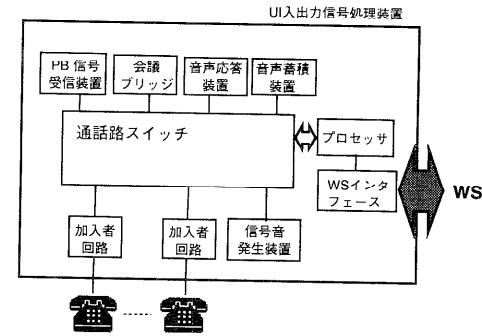
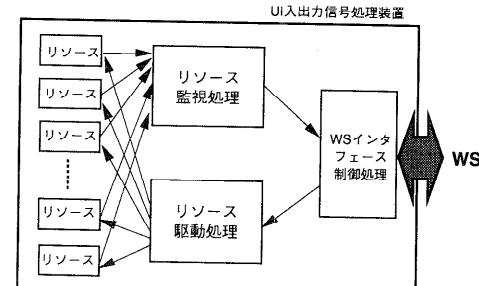


図5 操作シーケンツツリーエディタの表示例  
Fig.5 Display example of operation sequence trees.



(a) ハードウェア構成



(b) ソフトウェア構成

図6 UI入出力信号処理装置の構成  
Fig.6 Structure of signal processing equipment for user interfaces.

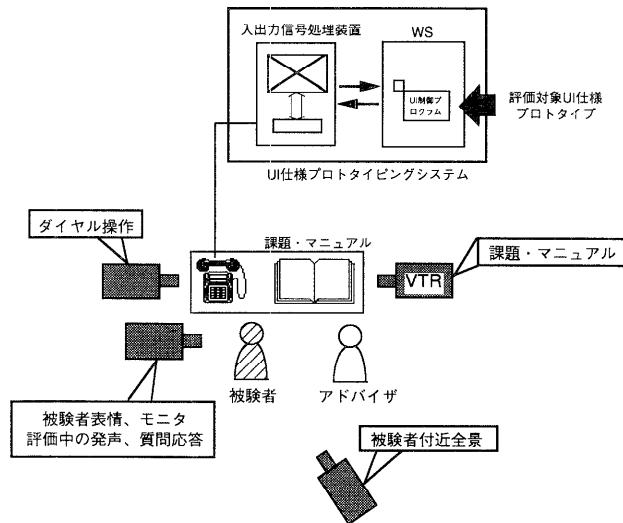


図7 UI仕様の評価試験環境  
Fig. 7 Evaluation test environment of user interface specifications.

ぶとすると、リソースからの信号入力および状態変化通知を受け、WSに入力信号通知コマンドとして通知する機能を持つ、リソース監視処理部と電話機間の通話路接続および信号音送出、ガイダンス送出等をWSからの出力制御指示コマンドにより制御するリソース駆動処理部、およびWSとの情報授受を処理するWSインターフェース処理部から構成される。この構成図を図6(b)に示す。

#### 4.2.3 UI仕様のプロトタイプ作成

UI仕様のプロトタイプは、上述のプロトコルを制御するWS上のソフトウェアであり、状態変化通知コマンドを入力、制御動作指示コマンドを出力とした状態遷移表現で記述できる。状態遷移表現のC言語記述プログラムはUI制御プログラムと呼ばれ、UI仕様作成システムの仕様変換部で作成したUI仕様から自動的に変換される。

#### 4.3 UI仕様プロトタイピングシステムを用いた評価試験法

UI仕様プロトタイピングシステムを適用した評価試験の手法を述べる。評価試験は、どんな対象に対して、何を用いて、どのようにするかという点が重要なポイントであり、試験対象、試験環境、試験手順について具体的に示す。

##### 4.3.1 試験対象

試験対象としては、試験で扱う課題の設定と作業を行なう被験者の選択がポイントであり、以下にその基準を示す。

###### (1) 課題の設定

- ① UI仕様の操作シーケンスツリーの枝ごとに課題を設定する。
- ② 学習効果を見るため、同一枝に対して複数回の課題設定を行う。
- ③ 操作シーケンスツリーのメニュー選択の階層構造や入力データ形式等比較評価すべきものは、それだけを取り出して部分的な仕様の比較評価を可能にし、対応する課題を設定する。

###### (2) 被験者の選択

- ① 利用者として想定される年齢層の各年代の男女
- ② 対象とするサービスの前バージョンまたは類似サービスの未経験者および経験者

##### 4.3.2 試験環境

UI仕様プロトタイピングシステム上でUI仕様を動作させ、被験者には端末であるPB電話機により操作させる。以下に示す評価データ採取の観点より、試験環境を図7に示す構成とする。

###### (1) 画像データ

- ① 採取データ  
操作時間、操作時の顔の表情
- ② 採取方法  
・ VTRカメラ4台による撮影  
被験者付近全景、電話機ダイヤル付近、被験者の顔、課題・マニュアル付近

###### (2) 音声データ

- ① 採取データ  
ガイダンス音声、試験中の被験者の発声、トラブル時の助言/応答、課題終了時ごとの質問応答

## ②採取方法

電話機から直接マイク入力でVTR音声記録

### (3) 操作入力データ

#### ①採取データ

被験者が電話機より操作入力したデータ(PBコード), 操作軌跡

#### ②採取方法

UI出入力信号処理装置から通知される操作入力データをワークステーション上に記録

### 4.3.3 試験手順

上述の試験対象, 試験環境に対して以下の手順で試験を実施する。

(i) 試験目的を口頭で説明し, 被験者の不安感, 緊

張感を取り除く.

- (ii) 操作マニュアル, 課題を配付し, 時間を限定せずに理解してもらう.
- (iii) 課題の順番に従い, 試験を実施する.
- (iv) 被験者の隣にアドバイザを配置し, 被験者が操作に行き詰った状態(トラブル)に陥った時, 助言を与える.
- (v) 各課題終了後にアドバイザが質問形式で操作性, 利便性等の感想を聴取する.

## 5. 適用実験と考察

### 5.1 UI仕様設計法のサービスへの適用実験

図8に示すような, 既存の電話会議サービス機能の

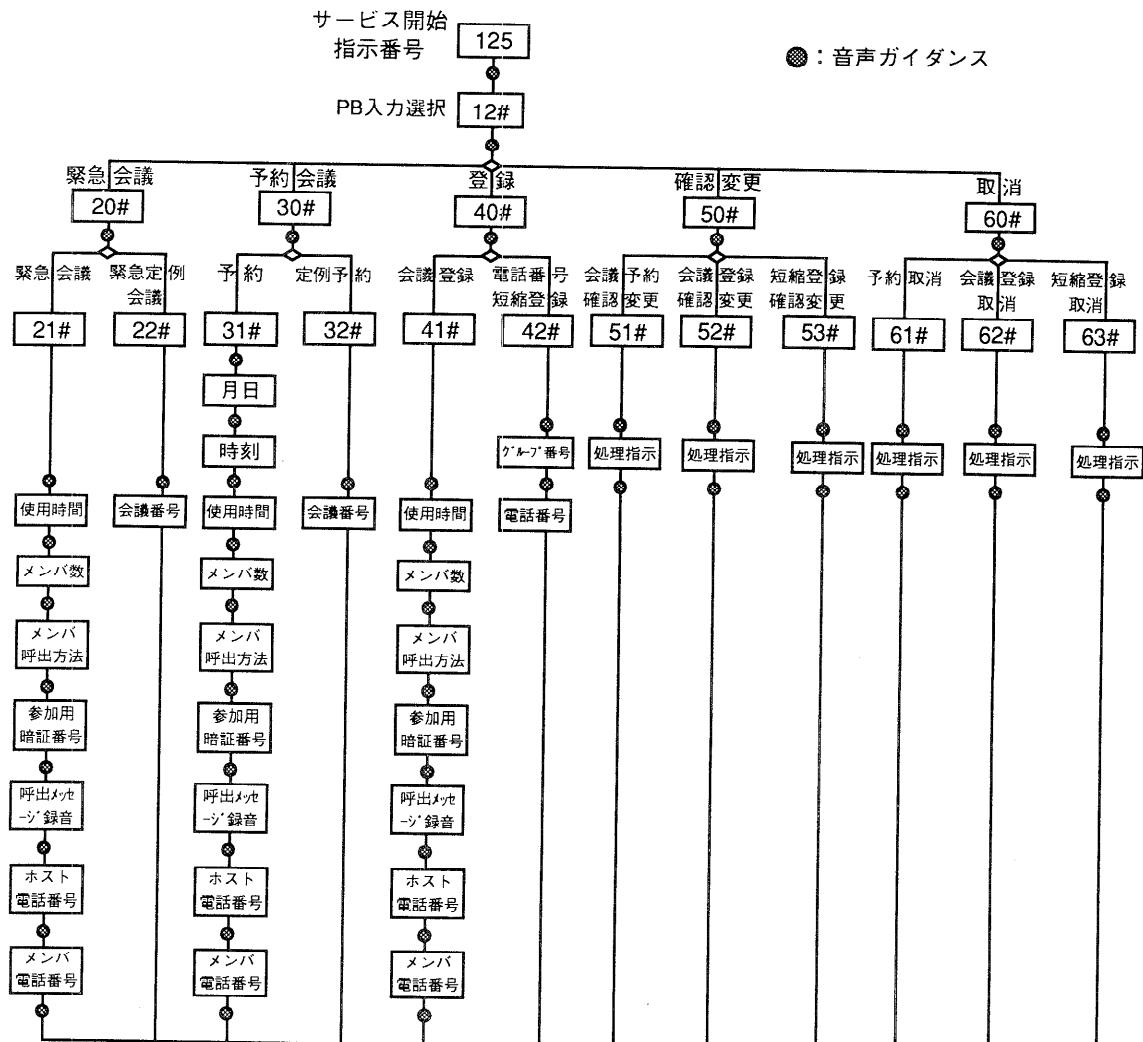


図8 高度電話会議サービスのUI仕様

Fig. 8 User interface specification of enhanced teleconference service.

高度化を図った、高度電話会議サービスにおけるUI仕様について、本設計法の有効性を評価するため適用実験を行った。

### (1) 被験者

事前に行ったアンケート結果に基づき、電話会議サービスの利用者の多い年齢層として、男性では30代、40代、女性は20代、30代から、現在提供中バージョンの電話会議サービスの未経験者および経験者を任意に12名選択した。

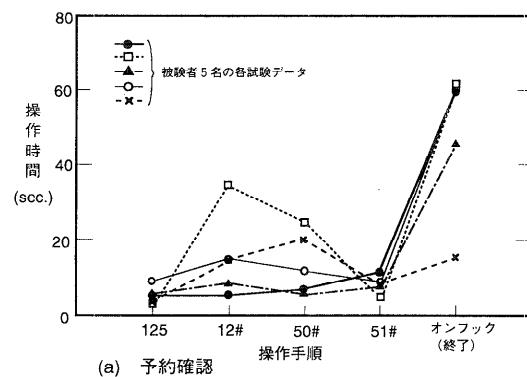
### (2) 試験課題

①電話会議予約部分について、緊急会議、予約会議、定期会議短縮登録、会議予約の確認・変更、会議予約の取消の5つのサービスメニューに対するUI仕様の各々について、課題を設定した。

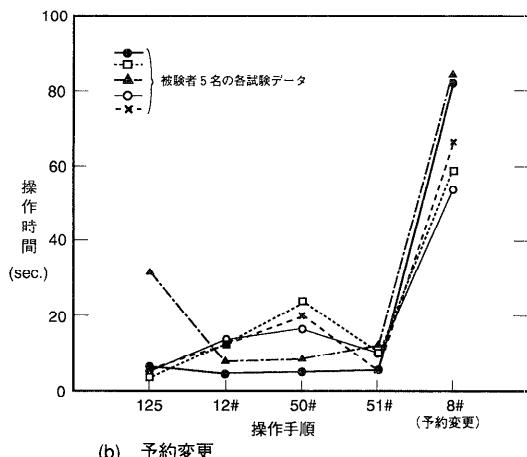
②既提供サービスのユーザアンケート結果で問題となつた以下の点について、部分仕様を作成して課題を設定した。

#### (i) 連続会議メンバ番号入力方法

#### (ii) メニュー選択の最適分歧数



(a) 予約確認



(b) 予約変更

図9 適用実験結果

Fig. 9 Experimental results.

## 5.2 実験結果と考察

### (1) 音声ガイダンス関連の問題点

①予約確認操作では、図9(a)に示すように、操作の一一番最後で被験者は平均48秒間も受話器を置かない状態が続いた。これは図10に示すように、終了ガイダンスが抜けていたためであり、追加することにより、簡単に改善される。これは、不足な音声ガイダンスの改善の一例である。

②「会議予約」と定例的な会議形式をパターンとして登録する「会議登録」の差が、被験者には理解されず、混同する操作が頻繁に（1つのサービスメニューに付き、2回～4回/被験者）発生した。会議予約を「会議申込み」、会議登録を「会議短縮登録」と表現を変えても両者の混同が発生することから、短い熟語で内容を表現するよりも長くなつてもより表現としての類似度ができるだけ小さいものにする必要があると思われる。

これは、音声ガイダンス表現の改善に関する一例である。

③予約の確認後、予約の変更を「8#」の操作ができるようになっているが、「8#で変更ができます・・・」のガイダンスの後、予約の確認情報が流れ無音でユーザーからの指示コードを待つため、図9(b)に示すように、被験者は「8#」の入力タイミングが理解できず平均約70秒間操作を待つてしまっていた。これは図10に示すように、ユーザーの操作タイミングをガイダンス

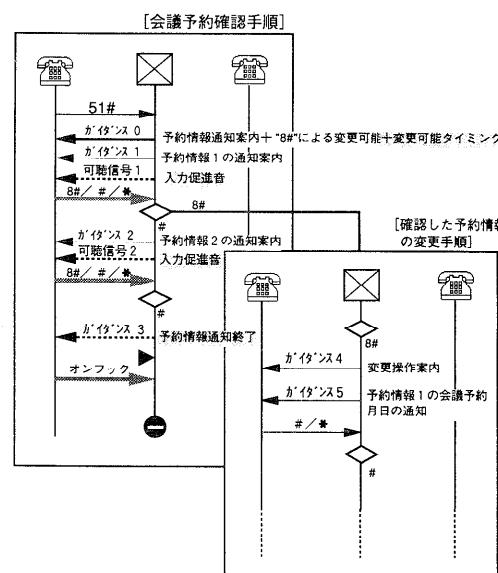


図10 問題点を含むUI仕様

Fig. 10 User interface specification containing unfavourable interactions.

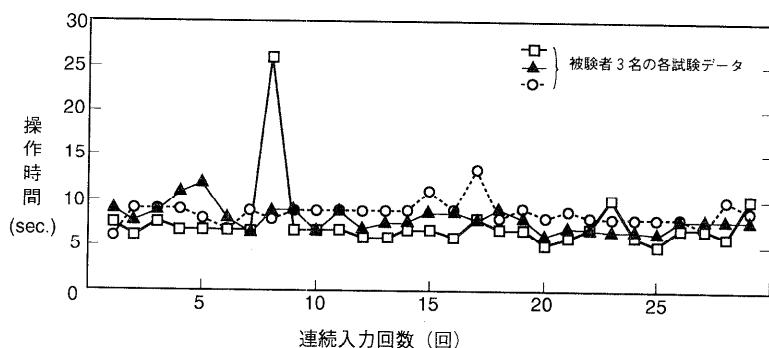


図 11 会議メンバ番号の連続入力操作時間  
Fig. 11 Sequential input operation time of conference member dial numbers.

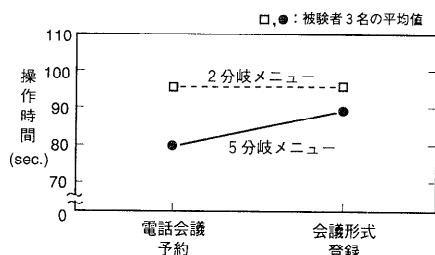


図 12 メニュー選択分岐数による操作時間の比較  
Fig. 12 Comparison with the number of menu branches.

表 3 操作手順の設計ガイドライン  
Table 3 Design guidelines of operating procedures.

- (1) 分岐数が少ない方が望ましいが、5～8程度なら許容範囲である。
- (2) 単純な連続数値入力は、1分半～2分間連続が限界である。
- (3) システムとの対話による作業が一定のテンポでリズミカルに行なわれれば操作に対するユーザの負荷は少ない。
- (4) 入力コードの意味づけは、一貫性が必要である（例えば、#と\*の使用方法）。ただし、入力方法が大きく異なる状況ではこのルールから外れていても問題がない。
- (5) 複数項目に対する連続ガイダンス途中で、個別の項目に対する入力を求める操作は、ユーザに理解されにくい。
- (6) 操作の止誤の確認は即時に行ない、いくつかまとめてあとから行なう方法は避ける。
- (7) エラーメッセージを充実させる。
- (i) 誤操作の発生した場所を告知する。
- (ii) 誤操作の原因を告知する。
- (iii) 誤操作の修正方法を告知する。
- (iv) 一定の時間間隔でエラー・メッセージを繰り返す。
- (8) 指示コード選択ガイダンスの冒頭で、概要説明をする。例）「利用の形態を選択してください。・・・」
- (9) 指示コード選択ガイダンスの冒頭で、いくつの選択項目が準備されているかを予め認知させる。例）「以下の〇個の項目から選んでください。」

で明示することと、操作タイミングで入力促進音（例えば「ピッ」音）により操作を誘導することで解決できると思われる。これは、より操作性が向上する、音声ガイダンス追加の一例である。

## （2）コード入力に関する問題点

電話会議サービスでは、ホストを除く最大 29 名の会

表 4 音声ガイダンス表現の設計ガイドライン  
Table 4 Design guidelines of voice guidances.

- (1) 1文で1操作を指示する。  
例）「すぐにご利用になる時は 20 #を、予約の時は 30 #を、・・・」  
・「すぐにご利用になる時は 20 #を押してください。  
予約の・・・」
- (2) 同音語との誤解が発生しやすい箇所は、大和言葉を使う。  
例）「操作」→「操作する」、  
「指定」→「割り当てる」
- (3) ポーズやイントネーションにより、メリハリをつける。
- (4) 操作が復帰可能であることを示す。一番最初まで戻れる方法と一つ前に戻れる方法の両方が必要である。
- (5) 動作を指示する用語は別の言い換えを行なわざ最小限の数にする。
- (6) 操作の正誤の確認は即時に行なう。
- (7) 用語は以下の点を留意する。  
①語彙数を限定する。  
②日常用語を特別な意味で使用する場合は、制約条件を明確にする。  
③システム記述言語、専門用語、業界用語は使わない。

議参加メンバの電話番号を入力しなければならないが、既存のサービスではこの点で操作性の悪さを指摘するユーザの声が多かった。本試験での結果について、メンバ対応ごとの入力操作時間を図 11 に示す。最も操作時間の要した時点のメンバ数は、被験者により 6 人～12 人とばらついており、個人差が大きいが少なくとも安全側としては 5 名程度の入力で操作を一旦区切るのが、操作性の点からみて望ましいと言える。

## （3）操作フローの問題点

メニュー選択の分岐数を 2 つと 5 つの場合を電話会議の予約と会議形式の登録を比較評価した結果を図 12 に示す。この結果では、選択数による操作時間の増加よりも、選択数を減らして操作回数を増やしたことによる、操作回数の影響の方が大きいことを示している。すなわち、5 分岐程度まではメニュー選択数を増やして、操作回数を減少させた方が有効であると思われ

る。

### 5.3 UI 仕様設計のためのガイドライン

既存電話利用サービスに対するアンケート調査結果および上記適用実験結果を基に、電話利用サービスのUI 仕様を設計する際に汎用的と思われる事項について、操作手順と特に音声ガイダンスに関する設計ガイドラインとしてまとめた。これを表3、表4に示す。このガイドラインに基づきUI 仕様の作成を行えば、最初からある程度品質の高いUI 仕様になるものと想定される。

## 6. 評価

2章であげた、操作性と開発工数の問題点について、本設計法適用の効果を評価する。

### 6.1 操作性改善の効果

本設計法によるUI 仕様の設計を2回繰り返し、改善された電話会議予約に要する操作時間を計測した。電話会議サービスの未経験者の操作時間の平均は、1回目で約13.2分、2回目で約4.3分であった。すなわち、1回目の評価試験の結果に基づき、2回目で使用したUI 仕様では大幅に操作性向上が図られており、これが操作時間の短縮に表れている。また、事前に行つた既存の電話会議サービスの利用者へのアンケート調査結果では、習熟者による操作時間の平均値は約7.1分であった。これは、2回の改善だけで、未経験者でも最初の操作から、習熟者の操作時間より約2.9分短い時間で実現できるようになったことを示している。

### 6.2 開発工数削減の効果

サービス導入後の操作性、利便性等を考慮した電話会議サービスの仕様変更に伴う通信ソフトウェアの変更では、新規・改造の規模の推定から、電話利用サービス仕様全体の改善に伴う開発工数は250 Unit (Unit : 工数単位とする)が必要とされる。このうち、UI 仕様に関する部分は、40%の100 Unit をしめる。一方、UI 仕様プロトタイピングシステムを用いて実施した評価試験によりUI 仕様の改善に要した工数は上記2回で10 Unit であった。プロトタイピングシステムによるユーザ評価をサービス仕様設計段階で行ていればこの改造が不要となるため、電話利用サービス仕様の全体改造工数の約38%が削減される。

## 7. おわりに

電話利用サービスのUI 仕様を効率的に設計し、製造、試験およびサービス提供後からの手戻りを抑える、UI 仕様設計法について述べた。本設計法を適用した評価実験により、

●机上検討によるUI 仕様の設計方式と比べ、未経験者にとって操作性の高いUI 仕様の設計が短期間で可能となる。

●操作性改善のための仕様変更による、従来のサービスソフトウェア改造工数の約38%が削減される。

を示した。また、電話利用サービスのUI 仕様を設計する際に有望な操作手順と音声ガイダンスに関する設計ガイドラインを明らかにした。

今後は、実用化サービスの開発における経験を積むことにより、操作性評価方法の改善と設計ガイドラインの充実を図る。

**謝辞** 本研究に関するご指導、ご討論を頂いた、千葉工業大学、飯山雄次教授を中心とするMMI研究会の皆様、また、UI 仕様の評価試験環境構成にご協力を頂いた、NTT ネットワークサービスシステム研究所、水野 修主任研究員および関連各位に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 水沢純一、中島昭久、和泉夏樹：公衆網に適用する電話会議方式、信学論、Vol. J 70-B, No. 2, pp. 186-194 (1987).
- 2) 水沢純一、宮部 博、平井 淳：公衆網に適用する記録音声呼制御方式、信学論、Vol. J 71-B, No. 2, pp. 99-110 (1988).
- 3) Dumas, J. S.: ソフトウェア開発のためのユーザーインターフェース、日経BP社 (1989).
- 4) 神場知成、橋本 治：マルチビューモデルに基づくユーザインターフェース設計ツール、情報処理学会論文誌、Vol. 34, No. 1, pp. 167-176 (1993).
- 5) 米村俊一、小川克彦：通信システムにおけるヒューマンインターフェース設計指針の考察、NTT R&D, Vol. 39, No. 2, pp. 249-256 (1990).
- 6) 鈴木滋彦他：[特集]高度インテリジェントネットワーク、NTT 技術ジャーナル、Vol. 5, No. 6, pp. 8-33 (1993).
- 7) 小池秀幸：電話を利用した新サービスのマン・マシンインターフェース、信学誌、Vol. 76, No. 6, pp. 639-641 (1993).
- 8) 水野 修、新津善弘：メッセージシーケンス図入力による通信サービス仕様設計方式、信学論、Vol. J 74-B-I, No. 12, pp. 1042-1055 (1991).
- 9) 伊藤真美、旭 敏之、宮井 均：プロトコル解析による使いやすさ評価、5th Symposium on Human Factors, pp. 513-516 (1989).
- 10) 藤野喜一、花田收悦：ソフトウェア生産技術、電子情報通信学会 (1985).
- 11) Wakahara, Y. et al.: Escort: An Environment for Specifying Communication Requirements

- ments, *IEEE Software*, Vol. 6, No. 2, pp. 38-43 (1989).
- 12) 金子泰祥ほか: 状態遷移ビジュアルシミュレータの検討, 信学技報, SSE 89-28, pp. 13-18 (1989).
- 13) 長谷川晴朗: ペトリネットを用いた通信サービス仕様設計支援, 信学論, Vol. J 74-B-I, No. 6, pp. 445-455 (1991).
- 14) Ichikawa, H. et al.: SDE: Incremental Specification and Development of Communication Software, *IEEE Trans. Computer*, Vol. C-40, No. 4, pp. 553-561 (1991).
- 15) Ohta, T., Takami, K. and Takura, A.: Acquisition of Service Specifications in Two Stages and Detection/Resolution of Feature Interactions, *TINA'93*, Vol. II, pp. 173-187 (1993).
- 16) Bregant, G. and Kung, R.: Service Creation for the Intelligent Network, *ISS '90*, Vol. VI, pp. 45-50 (1990).
- 17) 前田 潤ほか: インテリジェントネットワーク(IN)におけるサービス生成環境, 信学技報, SSE 91-116, pp. 19-24 (1991).
- 18) Slutman, L. et al.: The Application-Oriented Parsing Language (AOPL) as a Way to Achieve Platform-Independent Service Creation Environment, *ICIN '94*, pp. 85-90 (1994).
- 19) 伊藤 篤ほか: IN CS-1のSIBを応用したINサービス生成技法の能力の評価, 信学技報, SSE 94-122, pp. 73-78 (1994).
- 20) 新津善弘, 水野 修, 水沢純一: 通信サービス仕様検証方式, 信学論, Vol. J 72-B-I, No. 4, pp. 331-342 (1991).

(平成6年8月1日受付)  
(平成7年1月12日採録)



新津 善弘(正会員)

1976年東北大学工学部電気工学科卒業。1978年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。現在、NTTネットワークサービスシステム研究所主幹研究員。通信網構成, HMI高度化, 高度INにおけるサービス生成環境の研究実用化に従事。工学博士。電子情報通信学会, IEEE各会員。



吉田 孝

1977年東北大学工学部応用物理学科卒業。1979年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社入社。現在、NTT情報通信研究所主幹研究員。音声蓄積システム, 音声対話システム, オペレーションシステムの研究に従事。電子情報通信学会, 人工知能学会, 音響学会各会員。



和泉 夏樹

1973年東京電機大学工学部電子工学科卒業。同年日本電信電話公社入社。現在、NTTネットワークサービスシステム研究所主任研究員。電子番号案内方式, 音声会議通信方式, 高度INにおける特殊リソース制御方式の研究実用化に従事。電子情報通信学会会員。